Anàlisi de la mortalitat de vertebrats a les carreteres de Menorca

Francesc X. ROIG-MUNAR, Guillem X. PONS i Eulàlia COMAS LAMARCA

SHNB

SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Roig-Munar, F.X., Pons, G.X. i Comas Lamarca, E., 2012. Anàlisi de la mortalitat de vertebrats a les carreteres de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 55: 75-98. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Al llarg de 2003 es va dur a terme un estudi per quantificar la mortalitat de fauna a la xarxa viària de l'illa de Menorca. L'estudi es va basar en els resultats de 4 campanyes de mostreig (hivern, primavera, estiu i tardor). Es van mostrejar 20 trams que incloïen tota la tipologia de vies rodades de l'illa, excloent-ne els camins i les pistes sense asfalt. Els trams de mostreig cobreixen 102,7 km (el 40% de les vies de l'illa) i la llargada mitjana de cadascun és de 5,1 km. En cada campanya de mostreig es recorria 3 vegades cada tram, de manera que es varen comptar amb 3 rèpliques per tram i per campanya. Entre rèplica i rèplica es varen deixar transcórrer entre 5 i 8 dies, seguint les metodologies estandarditzades per a aquest tipus d'estudis, i en funció de les condicions meteorològiques. Al llarg de les 4 campanyes realitzades es varen enretirat, en total, 1.895 individus atropellats. Del treball de camp i les estimacions realitzades es pot deduir que a les carreteres de Menorca moren anualment de l'ordre de 14.583 vertebrats víctimes d'atropellaments, la majoria dels quals són espècies d'ocells Passeriformes (més de 6.500) i eriçons -*Atelerix algirus*- (2.160).
Paraules clau: *mortalitat de vertebrats, atropellament, xarxa viària, Menorca*.

ANALYSIS OF THE VERTEBRATES MORTALITY IN THE ROADS OF MENORCA. Throughout 2003, a study was conducted to quantify the mortality of wildlife on the roads of the island of Menorca. The study was based on the results of 4 sampling campaigns (winter, spring, summer and fall). 20 different sectors were sampled,covering the 5 main types of the road network on the island, excluding rural and unpaved road. All sampling sectors cover 102.7 km (40% of the roads on the island) with anaverage length 5.1 km each. Each sampling campaign supposed a 3 times tracking of each sector, so t so that we had 3 replicates per campaign and per sector. Replications took place after 5 to 8 days following the standardized methods for such studies, and depending on weather conditions. After 4 campaigns, we registered a total amount of 1,895 individuals run over. From field work and estimates we can state that 14,583 vertebrates die annually in road accidents, most of which species of birds Passeriformes (over 6,500) and hedgehogs -*Atelerix algirus*- (2,160).
Keywords: *mortality of vertebrates, killroad, road network, Menorca.*

Eulàlia COMAS LAMARCA, Francesc X. ROIG-MUNAR QU4TRE, consultoria ambiental, Carrer Carritxaret 18-6, Es Migjorn Gran, Menorca; Guillem X. PONS, Depart. Ciències de la Terra, Universitat Illes Balears. Carretera Valldemossa km 7,5, Palma. i Institut Menorquí d'Estudis, camí des Castell, 28; 07702 Maó. e-mail: guillemx.pons@uib.es

Recepció del manuscrit: 03-jun-12; revisió acceptada: 08-nov-12

Introducció

Les carreteres estan dissenyades per unir a les persones però separen als animals silvestres i fragmenten les poblacions que els habiten. Les infraestructures viàries són barreres que compliquen el trànsit de fauna salvatge i domèstica.

El 1999 es va estimar que un 1,3% (6.500 km^2) de la superfície del territori de l'estat espanyol se trobava ocupat per infraestructures de transport (Rosell i Álvarez, 2003; Álvarez, 2003). Més concretament, una anàlisi de la intersecció de la longitud d'autopistes, autovies i carreteres nacionals amb espais declarats ZEPA, LIC i Espais Naturals Protegits de 2001 (Rosell i Álvarez, 2003) va donar un valor de 3.758 km, xifra actualment deu ser molt superior. Els hàbitats de ribera i les zones humides són els més afectats. L'efecte barrera es produeix per la mortalitat sobre la via, per les pertorbacions que les infraestructures provoquen i l'impediment físic, o per influència i els canvis en les conductes dels animals que viuen al seu entorn. Segons Cupul (2002), a l'estat espanyol moren no menys de 10 milions de vertebrats cada any.

Els camins i les carreteres són infraestructures que fragmenten els hàbitats i poden repercutir seriosament en la biodiversitat d'una determinada àrea. Alguns dels impactes directes de camins i carreteres són: la pèrdua i alteració de l'hàbitat, la mortalitat dels animals a les carreteres, els abocaments de substàncies contaminants i l'efecte barrera que dificulta l'intercanvi de les poblacions silvestres (Forman i Alexander, 1998, Jacobson, 2005) així com la conducta reproductiva de distintes espècies (Birkan *et al.,* 1994). La mort d'animals silvestres sobre les carreteres és un fenomen generalitzat. S'han fet estimes de mortalitat, i per exemple, als Estats Units s'estima com un dels 5 primers impactes negatius sobre els aucells amb projeccions entre els 60 i 80 milions d'aucells morts a l'any (Erickson *et al.,* 2005; USFWS, 2002), i per al mateix país, si se fa la projecció de fauna en general, el Centre d'Investigació per a la Vida Silvestre ha estimat que diàriament és atropellat un milió d'animals a totes les autopistes del país (Noss, 2002).

Es poden trobar molts d'altres exemples de treballs realitzats de per tot el món sobre la mortalitat de carreteres. Àdhuc d'alguns invertebrats com les papallones diürnes es poden adoptar mesures per a la seva protecció mitjançant pantalles laterals o establint controls a les carreteres per reduir velocitat, com és el cas de Mèxic (Zitácuaro, Michoacán) regió en la que és un santuari per a les papallones monarca (*Danaus plexippus*).

A les Balears, Muntaner (2004) ha esmentat la preocupació per l'increment, modernització i ampliació de la xarxa viària i les conseqüències que s'en deriven amb l'atropellament de *Bufo viridis*. Aquest autor indica que aquest factor és molt important a totes les illes, però especialment a Mallorca i Eivissa.

Part de l'estudi que presenta aquest article ja es va donar a conèixer per Roig-Munar *et al.* (2004) i Comas *et al.* (2004). Es va dur a terme per encàrrec de l'Àrea de Carreteres del Consell Insular de Menorca i es presenta tota la informació obtinguda durant el treball de camp, que es va dur a terme al llarg de l'any 2003, en quatre campanyes.

Objectius

L'objectiu fonamental d'aquest treball fou el de quantificar la mortalitat de fauna a la xarxa viària de l'illa de Menorca.

L'estudi es basà en la realització de 4 campanyes de mostreig (hivern, primavera, estiu i tardor).

Els objectius concrets foren els següents: identificar els grups faunístics més afectats, caracteritzar la mortalitat associada als diferents tipus de carreteres que componen la xarxa viària bàsica, i avaluar-ne l'estacionalitat, identificar punts negres d'atropellaments i, per últim, establir una xarxa de trams de mostreig que pugui ser mostrejada en anys successius per obtenir dades comparables amb les d'aquest estudi.

Cal remarcar que quedava fora dels objectius d'aquest estudi la valoració de l'impacte que suposen els atropellaments per a cada espècie o grup faunístic, de manera que seria recomanable ponderar si les xifres trobades són molt o poc representatives per a les poblacions naturals de cadascun dels grups faunístics afectats.

Metodologia

Caracterització dels trams de mostreig

A principis del mes de gener de 2003 es van recórrer i caracteritzar els 20 trams de mostreig en els quals s'han dut a terme els censos estacionals d'atropellaments (Taula 1, Fig. 1). Per a cadascun dels trams es va elaborat una fitxa descriptiva i un mapa a escala 1:25.000, amb informació rellevant per interpretar les dades d'atropellaments: tipus de via (amplada, intensitat mitjana de vehicles –IMD-, secció tipus, presència d'obres de drenatge, etc.), l'hàbitat circumdant (presència de punts d'aigua, masses forestals, ANEIs, etc.), i els usos de sòl predominants. També es va georeferenciar amb precisió la situació dels individus atropellats. Tot i que les dades de mostreig corresponen a l'any 2003, la xarxa viària i les IMD no han canviat en els darrers 10 anys.

Els 20 trams de mostreig suposen, en conjunt, 102,7 km de xarxa viària i cobreixen tota la tipologia de vies rodades de Menorca, excloent-ne els camins i les pistes sense asfalt. La llargada mitjana dels trams mostrejats és de 5,1 km. Es considera que cobreixen tota la tipologia de vies de comunicació de Menorca, tant pel que va als aspectes físics (amplada, traçat, usos del sòl circumdant, etc) com d'ús (velocitat mitjana, intensitat de circulació, etc.):

Vies principals (Vp): carreteres amples, de més de dos carrils, amb circulació de vehicles densa i ràpida. Aquest tipus correspon només a la carretera general (trams 1, 2, 3 i 4)

Vies residencials (Vr): carreteres d'amplada mitjana, que uneixen nuclis de població no eminentment turística; hi circulen cotxes tot l'any, sense que l'estacionalitat hi sigui marcada. A aquesta categoria pertany el camí d'en Kane, la carretera des Migjorn Gran a Ferreries i la de Sant Lluís as Castell (trams 5, 11 i 18).

Vies d'ús residencial-turístic (Vrt): trams que suporten circulació rodada tot l'any, d'intensitat baixa o mitjana, i que a l'estiu experimenten un increment considerable. És el cas de la carretera des Mercadal a Fornells i els trams 6, 7, 10, 15, 16 i 17.

Vies turístiques (Vt): vies d'amplada variable que solen presentar alta intensitat de circulació exclusivament a l'estiu. S'hi inclouen trams de la carretera de Son Bou i de Cala Galdana, entre altres. Trams inclosos: 9, 12, 13 i 14

Vies de lleure (Vll): vies de poca amplada que només accedeixen a platges o espais de lleure sense cap ús residencial. Són els camins de Tramuntana i de St. Joan de Missa (trams 19 i 20).

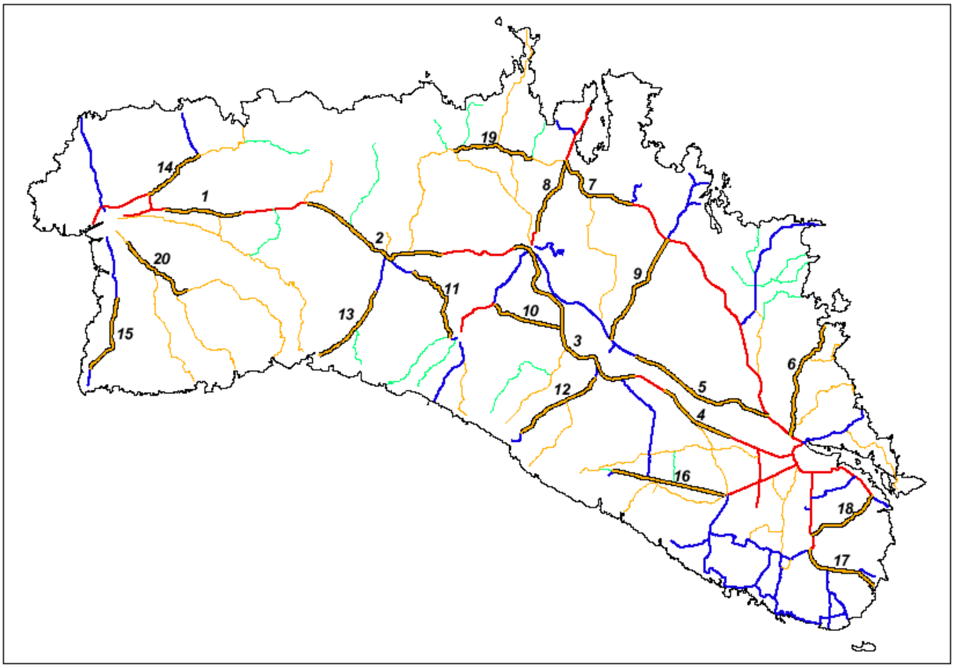


Fig. 1. Mapa de situació dels trams de carretera mostrejats.
Fig. 1. *Location of the sample road sections.*

1. Carretera Me-1 prop de Ciutadella (4 km)	2. Carretera Me-1 Pla Verd (8 km)
3. Ctra. Me-1 Es Plans (Mercadal - Alaior) (11 km)	4. Carretera Me-1 La Argentina (Alaior) (4 km)
5. Camí d'en Kane entre Alaior i Maó (8 km)	6. Carretera des Grau (6,2 km)
7. Ctra. Me-7, de Maó a Fornells (4,5 km)	8. Ctra. Me-13, des Mercadal a Fornells (4 km)
9. Ctra. de Binifabini (Alaior) (6 km)	10. Ctra. Me-16, d'Alaior as Migjorn Gran (3,9 km)
11. Ctra. Me-20 (Es Migjorn G.-Ferreries) (4,2 km)	12. Ctra. de Son Bou (Alaior) (4,8 km)
13. Ctra. Ferreries-Cala Galdana (4,5 km)	14. Ctra. de Ciutadella a Cala Morell (3,4 km)
15. Ctra. de Cala en Bosch (4,4 km)	16. Ctra. de St. Climent a Cala en Porter (5,6 km)
17. Ctra. de S'Algar-Alcaufar (3,8 km)	18. Ctra. de St. Lluís as Castell (3,7 km)
19. Camí de Tramuntana (Es Mercadal) (4,5 km)	20. Camí St. Joan de Missa (Ciutadella) (4,2 km)

Taula 1. Zones de mostreig de les carreteres de Menorca analitzades i distància de cada tram.
Table 1. *Menorcan sampling roads analyzed and distance of each section.*

Per categories de vies, es va procurar que el mostreig fos representatiu; per això, un 31,5% dels quilòmetres mostrejats eren vies turístiques-residencials, un 26,3% principals, un 18% turístiques, un 15% residencials i un 8,5% de lleure.

Cens d'atropellaments

Es van dur a terme 4 campanyes de mostreig. Cada campanya de mostreig suposa recórrer 3 vegades cadascun dels trams. Entre rèplica i rèplica es deixen passar entre 3 i 7 dies, seguint les metodo-

	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
R1	20, 21 i 22 .01.03	5 i 6.01. 03	12, 13, 14 i 15.08.03	30 i 31.10.03 1 i 2.11.03
R2	28 i 29.01.03	12 i 13.05.03	18, 19 i 20.08.03	5 i 6.11.03
R3	4 i 5.02.03	20 i 21.05.03	22, 23, 24 i 25.08.03	12 i 13.11.03

Taula 2. Dates de mostreig de les campanyes realitzades per a cada estació.
Taula 2. *Dates of sampling campaigns carried out for each season.*

metodologies estandarditzades per a aquest tipus d'estudis, i en funció de les condicions meteorològiques i de la intensitat de trànsit.

La primera rèplica (R1) és un recorregut de neteja, en què es deixa la calçada 'neta' de cadàvers; a les rèpliques següents (R2 i R3) es detecten (i retiren) els animals atropellats des de la rèplica anterior, per poder establir freqüències d'atropellaments. A cada animal mort se li assignà un número de registre i s'anotà, com a mínim, el grup al qual pertany, l'espècie i el punt de la calçada on s'ha atropellat.

Els recorreguts es van fer en vehicle, a uns 20 km/h, recorrent cada tram en tots dos sentits, i amb la senyalització i les mesures de seguretat pertinents. L'equip de treball de camp estava integrat per dos membres com a mínim, i va comptar amb el suport de la Brigada de l'Àrea de Carreteres del Consell Insular de Menorca. Durant els dies de campanya, aquest servei només retirava de les calçades els animals atropellats que poguessin suposar un perill per a la circulació, i prenia nota de la localització i de l'espècie, tot proporcionant aquesta informació a l'equip de treball. Els serveis tècnics de l'Àrea de Carreteres, per la seva banda, van aportar les dades sobre IMD.

Atropellaments totals

Al llarg de les 4 campanyes es varen enretirar un total de 1.895 individus atropellats. No tots van poder ser identificats, ja que l'alt volum de circulació va fer que molts quedessin com a irreconeixibles, especialment els de les rèpliques R1, de neteja.

Els animals identificats es classificaven en 6 grans grups de vertebrats: ocells, rèptils (sargantanes, dragons, dragonets i serps), amfibis (calàpet, granot), mamífers lagomorfs (conill), mamífers carnívors (mostel, mart, moix, rata pinyada, ca) i micromamífers (ratolí, rata, rata sarda, musaranya, eriçó).

Georeferenciació de les dades

Es va posar a punt una aplicació SIG específica per a aquest projecte, per georeferenciar cadascun dels atropellaments registrats. A cada cadàver trobat a la carretera se li ha assignava un registre en coordenades UTM. Aquestes dades, juntament amb d'altres (espècie, mida, estat de conservació, punt d'atropellament o de col·lisió, etc.), s'introduïen en l'aplicació en qüestió.

En les fitxes elaborades, per a cadascun dels trams mostrejats, s'hi varen ressenyar els atropellaments de la campanya d'estiu, que és la que va donar unes xifres més elevades.

Resultats

Els resultats de les 4 campanyes de mostreig fetes l'any 2003 es podem observar a la Taula 3.

	Hivern	Prima.	Estiu	Tardor
R1	27	60	452	292
R2	43	36	270	194
R3	31	22	215	253
Total	**101**	**118**	**937**	**739**
Total Acumulat	**101**	**219**	**1156**	**1895**

Taula 3. Nombre d'exemplars retirats.
Table 3. *Number of specimens collected.*

En aquests valors hi ha inclosos els avisos de la Brigada de Servei de Carreteres que anaven enretirant els exemplars morts que suposaven un perill per a la circulació. Els valors més elevats s'enregistraren a la campanya d'estiu, seguida de la de tardor, coincidint amb l'increment de la circulació de vehicles i de l'activitat biològica.

L'increment de circulació rodada durant l'estiu té un efecte directe sobre la mortalitat de fauna: es passa de prop de 100 exemplars morts durant l'hivern i la primavera a més de 900 durant l'estiu.

Resultats per grups faunístics

Al cap de l'any, els grups més afectats foren els ocells i els mamífers, que suposaren el 60% i el 34,7%, respectivament, dels 1.985 animals recol·lectats en totes quatre campanyes. Entre els ocells, la gran majoria són passeriformes (>90 % dels ocells).

Dins els mamífers, el grup més afectat és el dels micromamífers (rosegadors i insectívors): rates, ratolins i eriçons suposen el 26,4% del total d'animals morts (el 76% dels mamífers atropellats).

A les campanyes d'hivern, estiu i tardor (principalment els passeriformes, entre els que destaquen busquerets i rupits), mentre

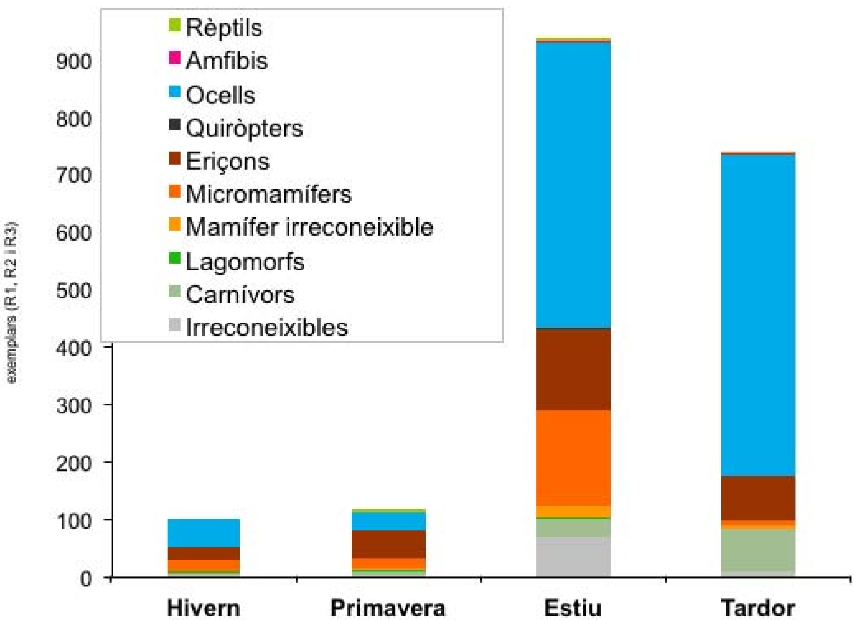


Fig. 2. Animals morts trobats en els trams de mostreig durant les campanyes de 2003.
Fig. 2. *Dead animals found in the sections sampling campaigns during 2003.*

que a la campanya de primavera els superen, en percentatge relatiu, els mamífers, i concretament els eriçons, que són el 41,5% dels animals atropellats durant aquesta estació.

Entre els mamífers, els micromamífers i els eriçons *(Atelerix algirus)* són els més abundants, i aquest darrer com a espècie més afectada.

Els rèptils, serps i tortugues, representen el 0,9%. La majoria dels exemplars s'han trobat a la primavera. A l'hivern no se'n va trobar cap, i a l'estiu i a la tardor se'n van trobar pocs (sempre menys d'un 1% dels atropellaments totals).

Els amfibis, que solen ser majoritaris en els estudis de censos d'atropellaments de fauna, només representen un 0,2%, de

	Hivern		**Primavera**		**Estiu**		**Tardor**		**Total**	
	Num.	**%**	**Num.**	**%**	**Num.**	**%**	**Num.**	**%**	**Num.**	**%**
Ocells	50	*49,5*	32	*27,1*	495	*52,8*	560	*75,8*	1.137	*60,0*
Micromamífers	18	*17,8*	17	*14,4*	167	*17,8*	10	*1,4*	212	*11,2*
Eriçons	24	*23,8*	49	*41,5*	141	*15,0*	75	*10,1*	289	*15,3*
Carnívors	4	*4,0*	6	*5,1*	34	*3,6*	73	*9,9*	117	*6,2*
Lagomorfs	4	*4,0*	5	*4,2*	2	*0,2*	1	*0,1*	12	*0,6*
Quiròpters	-		-		2	*0,2*	-		2	*0,1*
Mamífers irrec.	-		2	*1,7*	19	*2,0*	6	*0,8*	27	*1,4*
Rèptils	-		6	*5,1*	8	*0,9*	4	*0,5*	18	*0,9*
Amfibis	-		-		2	*0,2*	2	*0,3*	4	*0,2*
Irreconeixible	1	*1,0*	1	*0,8*	67	*7,2*	8	*1,1*	77	*4,1*
TOTAL	101	*100*	118	*100*	937	*100*	739	*100*	1.895	*100*

Taula 4. Individus retirats per grups taxonòmics.
Table 4. *Individuals removed by taxonomic groups.*

Família	**Espècie**	**Nom comú**
"Limícoles"	*Burhinus oedicnemus*	Sibil·lí (Torlit)
Làrids	*Larus michahelis*	Gavià argentat
Colúmbids	*Columbus livia*	Colom
	Streptopelia turtur	Tòrtora
Upúpids	*Upupa epops*	Puput
Fringílids	*Carduelis cannabina*	Passarell
	Carduelis carduelis	Cadernera
	Fringilla coelebs	Pinçà
Motacíl·lids	*Motacilla alba*	Cuereta blanca
Passèrids	*Passer domesticus*	Pardal comú
Sílvids	*Phylloscopus collybita*	Mosquiter
	Sylvia atricapilla	Tallarol de casquet (busqueret)
	Sylvia melanocephala	Tallarol capnegre (busqueret)
Túrdids	*Erithacus rubecula*	Rupit
	Luscinia megarhynchos	Rossinyol
	Turdus merula	Merla
	Turdus philomelos	Tord blanc
Falcònids	*Falco tinnunculus*	Xòric
Estríngids	*Otus scops*	Xot
Titònids	*Tyto alba*	Òliba

Taula 5. Espècies d'aucells afectades i els noms comuns de Menorca.
Table 5. *Species of birds affected and the common names of Menorca.*

	Hivern		Primavera		Estiu		Tardor		Total	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Sibil·lí					7	1,4			7	0,6
Gavià argentat			4	12,5					4	0,4
Colom			1	3,1	2	0,4	1	0,2	4	0,4
Tòrtora					2	0,4			2	0,2
Puput					2	0,4	1	0,2	3	0,3
Passarell	2	4,0							2	0,2
Cadernera					1	0,2			1	0,1
Pinçà	2	4,0							2	0,2
Cuereta blanca							2	0,4	2	0,2
Pardal comú			4	12,5	23	4,6	4	0,7	31	2,7
Mosquiter	2	4,0					4	0,7	6	0,5
Tallarol de casquet	6	12,0			3	0,6			9	0,8
Tallarol capnegre	7	14,0	5	15,6	39	7,9	85	15,2	136	12,0
Tallarol	6	12,0	3	9,4	82	16,5	13	2,3	104	9,1
Pass. irreconeixible	19	38,0	8	25,0	306	61,7	232	41,5	565	49,7
Rupit	2	4,0					201	36,0	203	17,9
Rossinyol			1	3,1					1	0,1
Merla			1	3,1	1	0,2			2	0,2
Tord blanc	2	4,0					10	1,8	12	1,1
Xot			2	6,3	6	1,2	6	1,1	14	1,2
Xòric			1	3,1	16	3,2			17	1,5
Òliba	1	2,0	1	3,1	1	0,2			3	0,3
Irreconeixible	1	2,0	1	3,1	5	1,0			7	0,6
TOTAL	50	4,4	32	2,8	496	43,6	559	49,2	1137	100

Taula 6. Aucells afectats per estacions i espècies.
Table 6. *Birds affected by seasons and species.*

manera que Menorca és, en aquest sentit, una excepció. Només s'han trobat 4 exemplars, a les campanyes d'estiu i tardor. A les taules 4, 5 i 6 es fa una descripció detallada de les espècies afectades per a cadascun dels grups de vertebrats aquí considerats.

Les taules recullen quins són els trams amb més mortalitat, les èpoques més desfavorables i els punts on es produeixen més baixes. També es fa esment del grau de protecció legal amb què compten.

Els ocells són els més afectats pels atropellaments. Un 60% dels animals trobats morts, al cap de l'any, han estat aus. Les èpoques més desfavorables són l'estiu i la tardor.

Els passeriformes són el grup més afectat, amb 1.076 individus trobats atropellats, que suposen el 94,6% del total d'ocells. Les espècies més afectades són del grup dels sílvids (tallarols o busquerets), al llarg de tot l'any, i dels túrdids (rupits), només a la tardor.

Del total d'ocells trobats morts, l'època en què més se'n troben és la tardor, en què es registra gairebé la meditat del total (el 49,2%), seguida de l'estiu (43,6%). Quan menys se'n troben és a la primavera i a l'hivern.

Els trams on es produeixen més atropellaments d'ocells són els de la carretera general (de l'1 al 4), seguits de les vies d'ús mixt residencial-turístic (des Mercadal a Fornells, d'Alaior as Migjorn Gran, de Cala en Bosch) i turístiques (Son Bou).

Dels ocells que s'han trobat atropellats, n'hi ha que tenen alguna figura de protecció, atenent a normativa autonòmica, estatal o europea, o a convenis internacionals (Taula 7).

Les espècies més afectades, rupits i busquerets, estan incloses al Catàleg Nacional d'Espècies Amenaçades (CNEA), que les considera "d'interès especial", i als apèndixs II i III del Conveni de Berna, de 1979, que les inclou com a "estrictament protegides".

Malgrat això, a escala balear, la UICN balear no les inclou. Les espècies afectades que tenen més grau de protecció són rapinyaires: xòric, xot i òliba, que s'han trobat sobretot a l'estiu, tot i que en densitats baixes:

Els xòrics s'han trobat tots a l'estiu (excepte 1) i destaquen els trams 10 (d'Alaior as Migjorn), 16 (de St. Climent a Cala en Porter), 9 (Binifabini) i 13 (Cala Galdana), on se n'han trobat 3, 3, 2 i 2, respectivament. Es tracta de trams rectes, oberts, en què és fàcil que els vehicles circulin a gran velocitat (Fig. 3).

Els xots s'han trobat tant a la tardor com a l'estiu, i algun a la primavera; els trams on n'hi ha hagut més són a la general (trams 3 i 4) i els 10 i 11 (d'Alaior as Migjorn i de Es Migjorn a Ferreries). A la resta de la general, cap as Grau, al camí d'en Kane, a Binifabini i a Artrutx se n'hi ha trobat 1 a cada tram.

D'òlibes se n'han trobat 3: una a l'hivern, una a la primavera i una a l'estiu, als trams 3, 16 i 2 (general prop d'Alaior; de St. Climent a Cala en Porter i general prop de Ferreries, respectivament).

Espècie	UICN balear	UICN Spain	CNEA	C. de Berna	C. de Bonn	Cites	Dir. Aus
Burhinus oedicnemus							annex I
Larus michaelis				apèndix II + III			
Columbus livia							annex II
Streptopelia turtur							annex II
Fringilla coelebs			D'interès especial	apèndix II + III			
Passer domesticus							
Phylloscopus collybita			D'interès especial	apèndix II + III			
Sylvia atricapilla			D'interès especial	apèndix II + III			
Sylvia melanocephala			D'interès especial	apèndix II + III			
Erithacus rubecula			D'interès especial	apèndix II + III			
Luscinia megarhynchos			D'interès especial	apèndix II + III			
Turdus merula				apèndix II + III			annex II
Turdus philomelos	LRlc	NA		apèndix II + III			annex II
Falco tinnunculus			D'interès especial	apèndix II + III	apèndix II		
Otus scops			D'interès especial	apèndix II + III		annexos I, II i III	
Tyto alba			D'interès especial	apèndix II + III		annexos I, II i III	

Taula 7. Grau de protección / amenaça dels aucells trobats.
Table 7. *Degree of Protection / threat of bird found.*

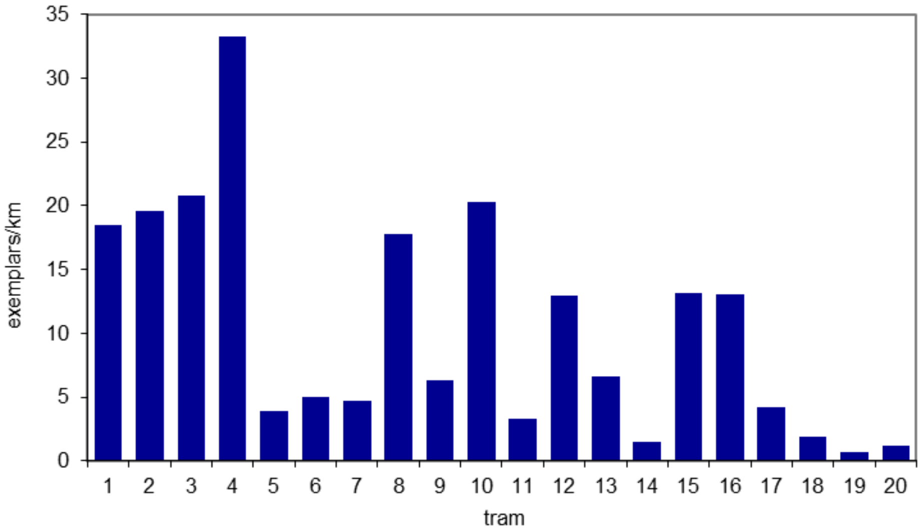


Fig. 3. Aucells atropellats en els 20 trams de mostreig, tenint en compte la llargada de cada tram.
Fig. 3. *Birds run over in the 20 sample sections, taking into account the length of each section.*

Família	**Espècie**	**Nom comú**
Cànids	*Canis familiaris*	Ca
Felins	*Felis catus*	Moix
Mustèlids	*Martes martes*	Mart
	Mustela nivalis	Mostel
Lepòrids	*Oryctolagus cuniculus*	Conill
Vespertiliònids	*Pipistrellus kuhlii*	Rata pinyada
Glírids	*Eliomys quercinus*	Rata sarda
Múrids	*Apodemus sylvaticus*	Ratolí de bosc
	Mus sp.	Ratolí
	Rattus norvegicus	Rata comuna
	Rattus rattus	Rata negra
Erinaceids	*Atelerix algirus*	Eriçó

Taula 8. Espècies de mamífers atropellats.
Table 8. *Mammals bullied.*

Mamífers

Les espècies afectades i els noms comuns amb què es coneixen a Menorca estan continguts en la taula següent (Taula 8). Els mamífers són el segon grup faunístic, en termes d'afecció per atropellaments, després dels ocells. Un 34,7% del total d'animals que s'han registrat són mamífers, i la majoria d'ells micromamífers (insectívors i rosegadors), que suposen el 76% dels mamífers atropellats.

L'espècie més afectada és l'eriçó clar, que suposa un 43,9% del total dels mamífers trobats atropellats (Taula 9). Són sempre dominants, en totes 4 campanyes. La rata comuna, amb un 27,1% també es troba en totes 4 campanyes. La resta de les espècies són molt menys abundants a les carreteres, i no arriben a superar el 5,3% del

total de mamífers. Per campanyes, la màxima abundància i diversitat d'espècies atropellades es troba a l'estiu, quan es troben més de la meitat de tots els mamífers atropellats al llarg de l'any (55,5%) i de totes les espècies (13 en total). A la tardor, la mortalitat és una quarta part del total i es troben 8 espècies diferents. L'hivern és l'època de menys sinistralitat: es van registrar 50 animals morts, 24 dels quals són eriçons.

Per trams, el número 8 (carretera des Mercadal a Fornells és el de major sinistralitat, seguit dels trams 4 i 2 (carretera general) i del 15 (Cala en Bosch). A la majoria de trams els eriçons suposen la meitat o més dels mamífers atropellats, excepte en els trams 3 i 4 (carretera general) i 6 (Es Grau), on predominen les rates i ratolins (Fig. 4).

Entre els mamífers, les espècies més protegides són l'eriçó clar, les rates pinyades, el mostel i el mart. De totes quatre, la més afectada, i amb gran diferència, és l'eriçó clar, del qual se n'han trobat 289 exemplars, seguida dels mostels, amb 17, i dels marts i rates pinyades (1 i 2 exemplars, respectivament).

A la taula següent (Taula 10) es presenta un resum dels graus de protecció i d'amenaça de cadascuna de les espècies de mamífer trobades, segons diferents convenis i acords.

L'eriçó es considera no amenaçat pels catàlegs de la UICN, però d'interès especial segons el Catàleg Nacional d'Espècies Amenaçades (CNEA), i es contempla en el Conveni de Berna i en la Directiva Hàbitats (92/43/CE). Les rates pinyades tenen la mateixa consideració al CNEA, però per la UICN es tracta d'espècies per a les quals falta informació per decidir-ne el grau d'amenaça; les contempla, a més, el Conveni de Bonn. El mart es considera quasi amenaçat (LRnt) per la UICN balear i el mostel només es contempla en el Conveni de Bonn.

Els eriçons es troben durant tot l'any i en tots els trams, tot i que en abundància diferent. Els trams 8, 2 i 15 són els que registren una mortalitat d'eriçons més elevada, amb 8,8; 6 i 5,7 eriçons/km (dades agrupades de tot l'any).

Les rates pinyades s'han trobat a l'estiu; 2 exemplars: un al tram 15 i un al 12 l'únic mart que s'ha trobat ha estat a la carretera general (tram 2), i a l'estiu.

	Hivern		**Primavera**		**Estiu**		**Tardor**		**Total**	
	Num.	***%***	**Num.**	***%***	**Num.**	***%***	**Num.**	***%***	**Num.**	***%***
Ca					2	0,5			2	*0,3*
Moix			5	*6,4*	21	5,8	9	*5,5*	35	*5,3*
Mart					1	0,3			1	*0,2*
Mostel	3	*6,0*			10	2,7	4	*2,4*	17	*2,6*
Conill	4	*8,0*	5	*6,4*	2	0,5	1	*0,6*	12	*1,8*
Rata pinyada					2	0,5			2	*0,3*
Rata sarda					5	1,4	1	*0,6*	6	*0,9*
Ratolí de bosc			2	*2,6*	22	6,0	10	*6,1*	34	*5,2*
Ratolí	1	*2,0*	1	*1,3*	24	6,6	3	*1,8*	29	*4,4*
Rata comuna	10	*20,0*	10	*12,8*	102	27,9	56	*33,9*	178	*27,1*
Rata negra	3	*6,0*	3	*3,8*	7	1,9			13	*2,0*
Rata	5	*10,0*			5	1,4			10	*1,5*
Eriçó	24	*48,0*	49	*62,8*	141	38,6	75	*45,5*	289	*43,9*
Irreconeixible			3	*3,8*	21	5,8	6	*3,6*	30	*4,6*
TOTAL	50	*7,6*	78	*11,9*	365	55,5	165	*25,1*	658	*100*

Taula 9. Mamífers afectats, per grup i espècies.
Table 9. *Mammals affected by group and species.*

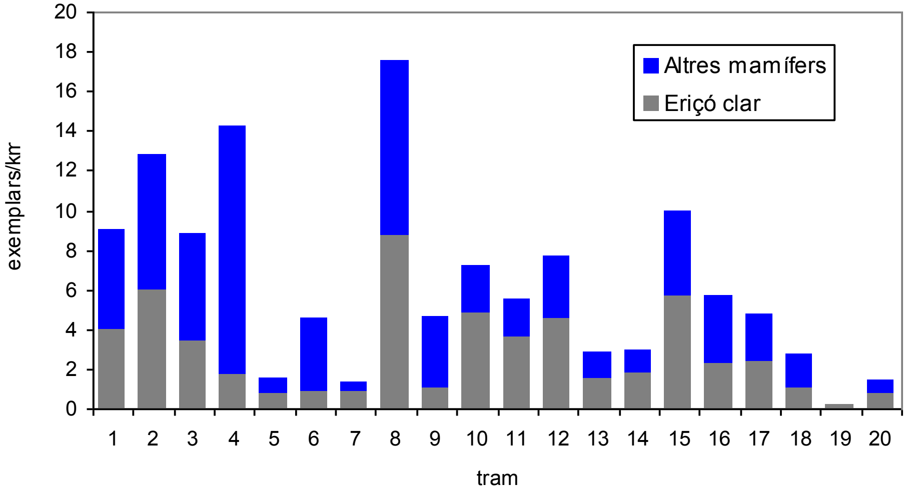


Fig. 4. Mamífers atropellats en els 20 trams de mostreig, tenint en compte la llargada de cada tram.
Fig. 4. *Mammals run over in the 20 sample sections, taking into account the length of each section.*

Espècie	UICN balear	UICN Spain	CNEA	C. de Berna	C. de Bonn	Directiva Hàbitats
Atelerix algirus	NA	NA	Interès especial	apèndix II + III		annex IV
Pipistrellus kuhlii	DD/NA	K/NA	Interès especial	apèndix II	apèndix II	annex IV
Martes martes minoricensis	LRnt	NA		apèndix III		annex IV
Mustela nivalis				apèndix II + III		

Taula 10. Grau de protecció / amenaça dels mamífers atropellats.
Table 10. *Degree of Protection / threat of mammals found.*

El Servei de Manteniment de Carreteres ha informat d'haver vist marts atropellats a la carretera de Sa Mesquida, però no estava integrada en la xarxa de trams de mostreig i no s'ha pogut comprovar que els mostels es troben principalment a l'estiu, localitzats a la carretera general (trams 1 a 4) i a la de Fornells as Mercadal (tram 8). N'hi ha també, però pocs, als trams 5, 12, 16 i 17.

Rèptils

Només s'han trobat dues espècies de rèptils atropellades: la tortuga de terra (*Testudo hermanni*) i la serp blanca (*Elaphe scalaris*). Numèricament són poc significatius, ja que sols representen el 0,9 % de tots els animals trobats morts.

En total, s'han trobat 18 rèptils atropellats (Taula 11), repartits entre les campanyes de primavera, estiu i tardor. La majoria –13- són serps, que s'han trobat majoritàriament a l'estiu i a la primavera. De tortugues se n'han trobat 5 (3 a l'estiu, 1 a la primavera i 1 a la tardor).

Les 5 tortugues s'han trobat en tres trams: 2 a la general (tram 3), 2 a la de Cala en Porter (tram 16) i 1 al tram 5 (Camí d'en Kane). Les serps s'han trobat sobretot als trams 9 i 10 (3 en cadascun) i també als trams 8 i 18 (2 a cadascun) i als trams 2, 16 i 16 (una a cadascun) (Fig. 5). Les tortugues de terra solen evitar el creuament d'espais oberts i desprotegits, com les carreteres, que tenen, sobre aquesta espècie un efecte barrera etològic, ja que les fa sentir especialment vulnerables (Carretero i Rosell, 2000). Les serps solen morir atropellades quan reposen a l'asfalt, que les atreu per l'escalfor que conserva.

Pel que fa al grau de protecció de les dues espècies de rèptils que s'han trobat al llarg de l'any, cal remarcar que:

Segons l'adaptació de la classificació UICN a Balears (Taula 12), la tortuga de terra *(Testudo hermanni)* és vulnerable, i segons el Catàleg Nacional d'Espècies Amenaçades (CNEA; Real Decret 439/90) és d'interès especial. També està inclosa al Conveni de Berna, a la Directiva Hàbitats i al Conveni Cites. El tram 2 de la carretera general i el tram de Cala en Porter són els de més sinistralitat per a les tortugues.

La serp blanca, d'acord amb el CNEA; és d'interès especial. Per a la UICN, requereix disposar de més dades (DD), i es troba inclòs a l'apèndix III del Conveni de Berna. Els trams 9 i 10 (carretera d'Alaior as Migjorn Gran i carretera de Binifabini) són els que acumulen més mortalitat d'aquesta espècie; es tracta de carreteres de baixa intensitat de circulació, amb amples voreres asfaltades i on la velocitat de circulació dels vehicles és força alta.

El tram 16, de Cala en Porter, és l'únic en què es troben exemplars atropellats de totes dues espècies: 2 tortugues i una serp.

Amfibis

Només s'ha trobat una espècie d'amfibi atropellat: la granota (*Hyla meridionalis*), i en nombre molt baix (Fig. 6). Tan sols s'han trobat 4 exemplars, repartits en 4 trams diferent (2, 8, 10 i 16), durant les campanyes d'estiu i de tardor (2 per campanya).

Els amfibis solen ser el grup faunístic més afectat per l'efecte barrera de les carreteres, ja que solen mostrar migracions estacionals que els porten –a finals d'hivern i a la primavera- cap a les zones aquàtiques on s'aparellen, i, després del període reproductor, solen retornar als llocs d'hivernada (Carretero i Rosell, 2000). A Menorca, es té constància que nombrosos

	Hivern		**Primavera**		**Estiu**		**Tardor**		**Total**	
	Num.	**%**	**Num.**	**%**	**Num.**	**%**	**Num.**	**%**	**Num.**	**%**
Elaphe scalaris	–	–	5	*83,3*	5	*62,5*	3	*75,0*	13	*72,2*
Testudo hermanni	–	–	1	*16,7*	3	*37,5*	1	*25,0*	5	*27,8*
TOTAL			6	*33,3*	8	*44,4*	4	*22,3*	18	*100*

Taula 11. Espècies de rèptils atropellades.
Table 11. *Run over reptile species.*

Espècie	UICN balear	UICN Spain	CNEA	C. de Berna	Dir. Hàbitats	Cites
Elaphe scalaris	DD	NA	D'interès especial	apèndix III		
Testudo hermanni	VU	V	D'interès especial	apèndix II	annex II + annex IV	annex A

Taula 12. Grau de protecció /amenaça dels rèptils trobats.
Table 12. *Degree of protection / threat of reptiles found.*

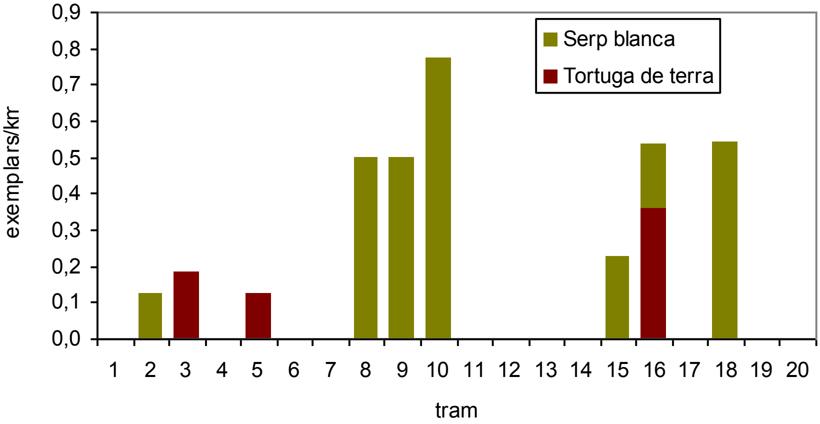


Fig. 5. Rèptils atropellats en els 20 trams de mostreig, tenint en compte la llargada de cada tram.
Fig. 5. *Reptiles killroad in the 20 sample sections, taking into account the length of each section.*

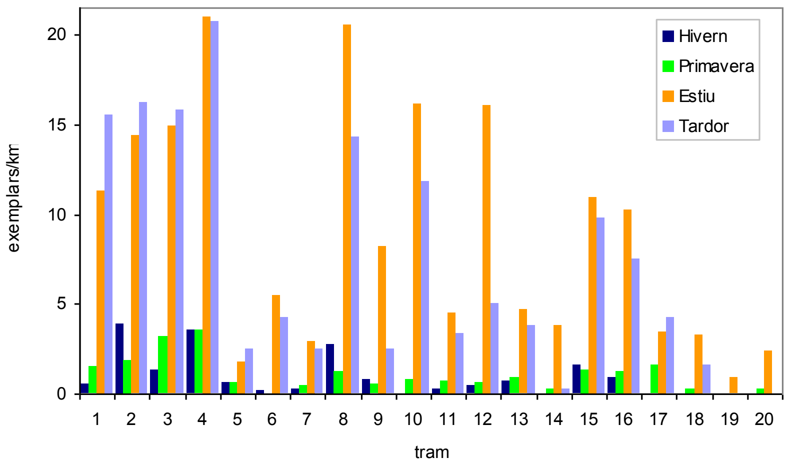


Fig. 6. Densitat d'atropellaments en els trams mostrejats, sumant totes tres rèpliques, i desglossant les campanyes (exemplars/km).
Fig. 6. *Density outrages in the sections sampled, adding all three replicas, detailing and campaigns (specimens / km).*

amfibis –gripaus i granotes- creuen les carreteres i camins més propers a zones d'aiguamolls (camí de Tramuntana, prop de Lluriac, i carretera des Grau, prop de l'Albufera). No obstant això, durant les campanyes de mostreig no se n'han trobat, possiblement perquè no han coincidit els mostrejos amb els períodes de migració.

Atropellaments per trams

Al llarg de les quatre campanyes mostrejades, no es va trobar cap tram

exempt d'atropellaments de fauna, tot i que amb densitat variable (Taula 13). Els trams amb més incidents són el 4 (carretera general, prop de Maó) i el 8 (carretera des Mercadal a Fornells).

Com a mesura de la densitat d'atropellaments se suma el nombre d'exemplars trobats morts, a cada tram i per a cada campanya, i es divideix per la llargada del tram. El resultat s'expressa en exemplars/km. Aquesta mesura inclou el total d'animals trobats entre les tres rèpliques de cada campanya. És una mesura útil per comparar la mortalitat entre trams però no inclou el component temporal, que sí que s'inclou en el càlcul de la taxa de mortalitat. L'increment de la densitat d'atropellaments és molt marcat a l'estiu i afecta tots els trams; és especialment notable el que mostren els trams 8 (des Mercadal a Fornells), 10 (d'Alaior as Migjorn Gran) i 12 (Son Bou). Només el tram 5 (camí d'en Kane) registra un increment poc significatiu. La mitjana de densitat d'atropellaments passa d'1 exemplar/km (0,98 a l'hivern i 1,04 a la primavera) a gairebé 9 exemplars/km (8,83; mitjana de la campanya d'estiu i 8,12 a la tardor).

Freqüència d'atropellaments

Per fer un càlcul aproximat de la freqüència d'atropellaments es consideren les rèpliques 2 i 3. Com que se sap el temps que ha transcorregut entre totes les rèpliques, es dedueix que els animals morts registrats a la rèplica 2 han estat atropellats des de la rèplica 1 (de 'neteja'), i que els de la rèplica 3 ho han estat des que es va dur a terme la rèplica 2. D'aquesta manera, es pot calcular la taxa, que s'expressa en exemplars/km/dia (Taula 14).

Entre les rèpliques 1 i 2 van passar, segons els trams i segons les campanyes, entre 4 i 7 dies. Entre les rèpliques 2 i 3 van passar entre 3 i 7 dies. En total, des de

Tram	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor	Mitjana
	Exemplars / km	Exemplars / km	Exemplars / km	Exemplars / km	Exemplars / km
1	0,50	1,50	11,25	15,50	7,19
2	3,88	1,88	14,38	16,25	9,09
3	1,36	3,18	14,91	15,75	8,80
4	3,50	3,50	21,00	20,75	12,19
5	0,63	0,63	1,75	2,50	1,38
6	0,16	0,00	5,48	4,19	2,46
7	0,22	0,44	2,89	2,44	1,50
8	2,75	1,25	20,50	14,25	9,69
9	0,83	0,50	8,17	2,50	3,00
10	0,00	0,77	16,15	11,79	7,18
11	0,24	0,71	4,52	3,33	2,20
12	0,42	0,63	16,04	5,00	5,52
13	0,67	0,89	4,67	3,78	2,50
14	0,00	0,29	3,82	0,29	1,10
15	1,59	1,36	10,91	9,77	5,91
16	0,89	1,25	10,18	7,50	4,96
17	0,00	1,58	3,42	4,21	2,30
18	0,00	0,27	3,24	1,62	1,28
19		0,00	0,89		0,44
20		0,24	2,38		1,31
MITJANA	0,98	1,04	8,83	8,12	4,74

Taula 13. Distribució dels atropellaments per a cada tram de carretera i estació.
Table 13. *Distribution of outrages for each road segment and station.*

la rèplica 1 fins a la 3 van transcórrer entre 9 i 13 dies. Aquests períodes fan possible calcular les freqüències d'atropellaments, en funció del temps (dies transcorreguts) i de la distància de cada tram. Només cal tenir present que, en alguns casos, es pot tractar de càlculs a la baixa, ja que hi pot haver exemplars morts que siguin enretirats de la calçada (per col·lisions successives o perquè se n'alimenten altres animals, com els rapinyaires o les gavines).

La mitjana de les taxes d'atropellament de totes 4 campanyes és de 0,23 exemplars/dia*km. Els trams de més sinistralitat són, amb diferència, el 4 (carretera general, prop de Maó) i el 8 (des Mercadal a Fornells). Així com el tram 4 sempre ha registrat una mortalitat alta, el 8 només ho fa per a la campanya d'estiu. A tots dos trams se supera la xifra d'un animal mort per quilòmetre i dia a l'estiu. A la tardor, només se supera aquest valor en el tram 4. Cal remarcar que la taxa es multiplica per 10 entre l'hivern i l'estiu.

El valor mitjà de 0,23 exemplars morts per km i dia indica que cada 4,3 dies mor un animal a cada km de la xarxa viària analitzada. En el cas del tram de més sinistralitat –tram 4-, això ocorre cada 1,2 dies de mitjana (i cada 15,7 hores durant l'estiu).

Relació amb la intensitat de circulació

Quan hi ha dades disponibles d'IMD (intensitat mitjana diària) de circulació de vehicles, es pot relacionar la freqüència d'atropellaments amb el pas de vehicles.

Per a alguns dels trams de mostreig hi ha dades d'intensitat de circulació (IMD), però de qualitat molt variable (Fig. 8). Les dades més fiables són les de l'estació automàtica (E-318), situada en el tram 3 de mostreig. Per a aquest tram es disposa dels valors d'IMD complets, per al període que abarca cada campanya.

Per a la resta de trams, quan hi ha informació disponible és de qualitat molt variable, de vegades desfasada temporalment i molt sovint es tracta d'estimacions. En aquest treball només ha estat possible analitzar les dades de l'estació E-318, situada al tram 3 (carretera general).

L'increment de circulació rodada des de l'hivern fins a l'estiu és constant, la circulació de primavera és 1,7 vegades la de l'hivern, i la de l'estiu és 1,6 vegades la de primavera. L'increment total és del 173% (es multiplica per 2,7). L'increment en la taxa de mortalitat es comporta diferent: mentre creix moderadament entre l'hivern i la primavera (un 55%, es multiplica per 1,5), entre la primavera i l'estiu es dispara

Tram	**Hivern**	**Primavera**	**Estiu**	**Tardor**	**Total**
3	0,078	0,121	0,828	0,636	0,416
4	0,196	0,100	1,528	1,396	0,805
5	0,039	0,033	0,034	0,154	0,065
6	0,000	0,000	0,269	0,136	0,101
7	0,014	0,030	0,242	0,148	0,109
8	0,141	0,017	1,227	0,521	0,476
9	0,042	0,022	0,409	0,083	0,139
10	0,000	0,017	0,746	0,611	0,344
11	0,018	0,016	0,303	0,183	0,130
12	0,032	0,028	0,833	0,144	0,259
13	0,017	0,032	0,303	0,204	0,139
14	0,021	0,000	0,204	0,000	0,056
15	0,065	0,049	0,351	0,385	0,212
16	0,055	0,036	0,595	0,238	0,231
17	0,000	0,053	0,292	0,154	0,125
18	0,000	0,018	0,180	0,135	0,083
19	–	0,000	0,068	0,813	0,034
20	–	0,000	0,147	0,833	0,073
Mitj	0,051	0,033	0,471	0,376	0,233

Taula 14. Freqüència d'atropellaments (exemplars/ km*dia).

Table 14. *Frequency of outrages (specimens/ km*day).*

(es multiplica per 6,8). L'increment total és del 960% (es multiplica per 10).

L'increment de mortalitat es dispara entre la primavera i l'estiu, en superar una IMD de 10.000 vehicles/dia, que segons diferents fonts bibliogràfiques, es considera que és el límit de permeabilitat de les carreteres per a la fauna (Rosell, 2000). Per a IMD superiors a 10.000 vehicles/dia, la carretera és una barrera pràcticament infranquejable; pocs individus intenten creuar-la i, per als que ho fan, les possibilitats d'aconseguir-ho són molt baixes (Müller i Berthaud, 1997). Si es té en compte que, a més, els animals més afectats –els eriçons i els passeriformes- tenen un comportament lent, s'explica aquest increment tan gran de la mortalitat estiuenca, que no és directament proporcional a l'increment de circulació, sinó que respon al fet de superar la barrera dels 10.000 vehicles/dia.

Els valors elevats de la tardor es deuen a que es manté l'activitat biològica, i tot i que davalla la IMD, la mortalitat segueix essent alta.

Anàlisi per trams

Dels apartats precedents es dedueix que el tram de més mortalitat és el tram 3, de la carretera general, i el tram 8, des Mercadal a Fornells. En aquest apartat s'analitza breument cadascun dels 20 trams d'anàlisi, tot indicant-ne les taxes de mortalitat, les espècies més afectades i la presència d'obres de drenatge que poden actuar com a passos de fauna.

Per a cada tram es va fer una fitxa descriptiva, acompanyada d'un mapa amb la ubicació dels exemplars que s'hi ha trobat morts durant la campanya d'estiu, que és de la de més mortalitat.

Tram 1.- Tram de bona visibilitat, recte i amb un domini d'usos del sòl de pastures,

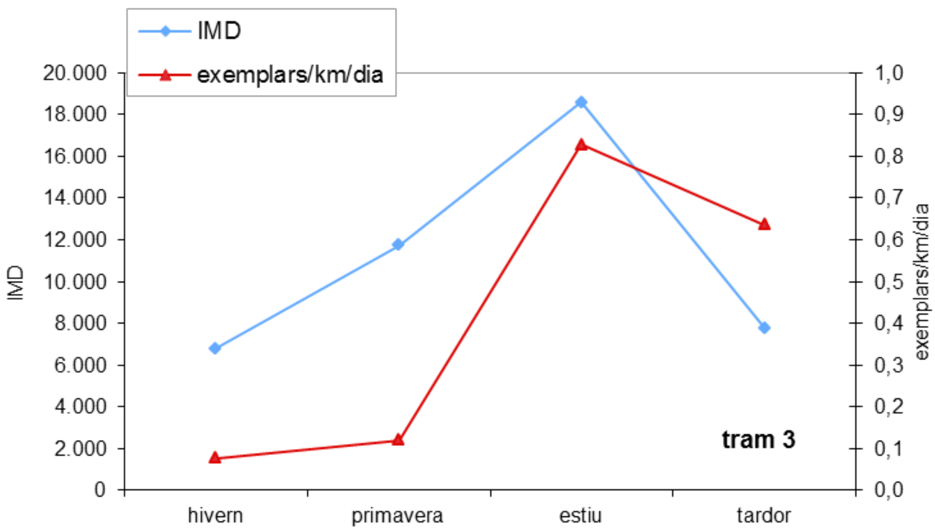


Fig. 8. Relació entre les IMD i les taxes d'atropellament de fauna en el tram 3 de la carretera general (exemplars/km*dia).

Fig. 8. *Relationship between IMD and killroad rates in section 3 of the general road (specimens / km * day).*

sense vegetació natural. La IMD és moderadament alta i la taxa mitjana de mortalitat (TMM) és moderada (0,3 ex/km/dia), amb força obres de drenatge: 6 (1,5 per km). En aquest tram no s'identifica cap punt negre d'atropellament.

Tram 2.- Tram que creua la població de Ferreries. La IMD és moderadament alta i la TMM és elevada (0,4 ex/km/dia). S'observen dues zones d'alta concentració d'animals atropellats: una davant el polígon de Ferreries i l'altra a la recta del Pla Verd. Hi ha unes 3 obres de drenatge per km, aproximadament (2,9).

Tram 3.- Tram que creua les poblacions des Mercadal i Alaior. La IMD és elevada i la TMM és la segona més alta de les enregistrades (0,4 ex/km/dia). S'observa una zona d'alta concentració d'animals atropellats que s'estén des dels Plans d'Alaior (creuament de la carretera des Migjorn) fins al trencall de Son Bou. Les espècies més afectades són ocells i micromamífers (eriçons). S'hi ha trobat dues de les 5 tortugues de terra que s'han enregistrat. Hi ha unes 3 obres de drenatge per km, aproximadament (3,1).

Tram 4.- Tram que comprèn la zona més transitada de l'illa, pel fet polaritzador de Maó (capital, aeroport, port, etc.) . La IMD és alta i la TMM és la màxima registrada (0,8 ex/km/dia). L'entorn està format principalment per zones de conreu. La mortalitat d'animals és molt contínua, i especialment densa prop de les benzineres de Mitjan Lloc. Els animals més afectats són ocells i rates i ratolins. Hi ha unes 3 obres de drenatge per km, aproximadament (2,8)

Tram 5.- El camí d'en Kane és el que menys variació de mortalitat experimenta al llarg de l'any. La IMD és baixa, gairebé constant tot l'any i la TMM, de les més baixes (0,06 ex/km/dia). Es un tram on la paret seca s'estén gairebé sense interrupció des del principi fins al final. Tot i trobar-s'hi pocs animals, se n'hi ha trobat alguns d'especial interès (rata sarda, tortuga).

Tram 6.- Tram amb una de les TMM més baixes (0,1 ex/km/dia), en el qual només s'han trobat animals atropellats durant les campanyes d'estiu i tardor, tot i estar situada entre dos focus potencialment atractors de fauna: el Parc Natural de l'Albufera des Grau i la Planta de Milà. Els animals que s'hi ha trobat són, principalment ocells, rates i ratolins.

Tram 7.- La TMM és baixa (0,1 ex/km/dia), segurament a causa de la realització d'obres de canvi del traçat que s'han estat executant durant tot l'any. S'hi ha trobat eriçons i ocells no passeriformes, principalment. En condicions normals, i atesa la naturalitat de l'entorn i les poblacions que enllaça (Fornells, Son Parc i Arenal d'en Castell amb Maó), caldria esperar una TMM similar a la d'altres vies de tipologia similar (Cala Galdana, per exemple)

Tram 8.- La IMD és moderadament alta i presenta una estacionalitat acusada, perquè els moviments pendulars entre Es Mercadal i Fornells són molt nombrosos. Per això, la TMM és la segona més elevada (0,5 ex/km/dia). Hi ha una zona d'alta concentració d'animals atropellats, prop del trencall amb la carretera de Fornells a Maó. L'entorn és natural, amb punts d'aigua propers. És un dels trams on es troben més eriçons morts, tot i que la densitat d'obres de drenatge és molt elevada (4,5 per km).

Tram 9.- Tram de baixa intensitat de circulació, tot i que marcadament estacional. El paisatge és un mosaic de conreus i bosc. La TMM és moderada (0,14 ex/km/dia) i no s'observen punts negres d'atropellament.

Tram 10.- Tram recte, ample, amb conreus a banda i banda i creuat per diversos torrents. La distribució de fauna

atropellada és homogènia al llarg de tot el tram, i la diversitat d'espècies és elevada: s'hi troben eriçons, serps, rapinyaires i fins i tot amfibis. La TMM és elevada (0,34 ex/km/dia), especialment si es té en compte que es tracta d'una via poc transitada.

Tram 11.- Tram de traçat sinuós, de calçada estreta, amb alternança d'usos del sòl a l'entorn. Hi ha poques entrades de camins i és una via poc freqüentada. La TMM és baixa (0,13 ex/km/dia), i solen trobar-s'hi principalment eriçons Hi ha moltes obres de drenatge: 3,6 per km.

Tram 12.- Tram de traçat recte, de calçada ampla, i d'ús marcadament estacional, ja que du al complex turístic de Son Bou. La TMM és moderadament alta (0,26 ex/km/dia) i hi ha un punt de densitat d'atropellaments elevada, prop del trencall de Torre d'en Gaumés, al lloc de Llucassaldent.

Tram 13.- Tram que discorre lleugerament sobreelevat per damunt dels camps de conreu adjacents. És de traçat poc sinuós, de calçada ampla, i d'ús marcadament estacional, ja que du al complex turístic de Cala Galdana. Té una baixa densitat d'obres de drenatge (0,9 per km). La TMM és baixa (0,14 ex/km/dia).

Tram 14.- Tot i la proximitat amb la ronda de Ciutadella, i l'ocupació de l'entorn per cases d'una urbanització a l'inici del tram, la sinistralitat és molt baixa, amb una TMM de 0,06 ex/km/dia.

Tram 15.- És de traçat rectilini, de calçada ampla, i d'ús marcadament estacional, és gairebé un continuum de medi urbà des de Cala Blanca a Cap d'Artrutx. La TMM és moderada (0,21 ex/km/dia) i s'hi ha trobat animals domèstics, eriçons, i un dels dos quiròpters registrats al llarg de tot l'estudi.

Tram 16.- Tram que discorre parcialment encaixonat, entre roca mare, i amb diverses entrades de camins i trencalls. Tot i essent estreta, és recta i els vehicles solen circular-hi a velocitat moderadament alta. L'entorn està ocupat per conreus, boscos i la urbanització de Binixíquer. Presenta poques obres de drenatge (1,1 per km) i la TMM és moderada (0,23 ex/km/dia). La diversitat de les espècies atropellades en aquest tram és elevada: s'hi han trobat dues de les 5 tortugues enregistrades, una serp i una òliba, entre altres.

Tram 17.- Tram que discorre entre camps de conreu, resseguit de paret seca discontínua a banda i banda, i amb una baixa intensitat d'ús, que presenta estacionalitat Té una densitat moderada d'obres de drenatge (1,7 per km). La TMM és baixa (0,12 ex/km/dia).

Tram 18.- Tram molt poc transitat, sinuós, amb paret seca gairebé contínua a banda i banda. La TMM és de les més baixes que s'han enregistrat (0,08 ex/km/dia).

Tram 19.- Camí estret, d'un sol carril, amb paret seca a banda i banda, i transitat únicament a l'estiu amb una certa intensitat, ja que és l'únic accés rodat a les platges verges del nord de l'illa. No obstant això, com que no hi ha nuclis de població, la circulació sol limitar-se a les hores diürnes i de més claror, que és quan menys es desplacen els animals. Només s'ha mostrejat a la primavera i a l'estiu i tan sols s'hi han trobat exemplars atropellats a la campanya d'estiu. La TMM és la més baixa que s'ha trobat (0,034 ex/km/dia).

Tram 20.- Camí estret, d'un sol carril, amb paret seca a banda i banda, amb llocs en actiu a l'entorn i transitat principalment a l'estiu, ja que és l'únic accés a les platges verges del sud de l'illa. Com en el cas del tram 19, no hi ha nuclis de població, i per tant la circulació sol limitar-se a les hores diürnes i de més claror, que és quan menys es desplacen els animals. Només s'ha

mostrejat a la primavera i a l'estiu i s'hi han trobat exemplars atropellats en totes dues ocasions, tot i que en nombre molt baix. La TMM és baixa (0,07 ex/km/dia).

Estimació de la mortalitat anual

L'estimació de la mortalitat total de vertebrats a les carreteres de Menorca es fa a partir de dues extrapolacions, basades en el tipus de via i en la representativitat temporal de les campanyes de mostreig:

(a) L'extrapolació espacial. Segons el tipus de via, s'han classificat els trams de carreteres mostrejades en 5 tipus; d'aquesta manera, les taxes mitjanes d'atropellament de la carretera general, per exemple, s'extrapolen només fins a 45 km, i no se sobreestima la mortalitat (Taula 15).

(b) L'extrapolació temporal. Per establir la representativitat temporal de cada campanya, s'allarguen les taxes de mortalitat a un determinat número de dies (Taula 16). La decisió del nombre de dies a què s'extrapolen les dades de cada campanya s'ha establert a partir de l'indicador "Pressió humana diària", de l'OBSAM (dades de l'any 2000), ja que s'entén que la intensitat de circulació depèn en bona mesura del nombre de persones que hi ha a Menorca en cada moment de l'any.

Per a cada tipus de via s'ha calculat la mitjana de la taxa d'atropellaments (exemplars/km/dia) per a cadascuna de les 4 campanyes, i a continuació s'ha multiplicat pel nombre de quilòmetres de cada tipus de via i pel nombre de dies que representa cada campanya (Taula 17). D'aquesta manera s'ha obtingut el nombre d'individus atropellats al llarg de l'any. En total, es calcula que moren atropellats 14.583 animals vertebrats, anualment, a les carreteres de la xarxa viària de Menorca (Taula 18). Coneixent el percentatge d'animals que moren atropellats a partir de les campanyes, s'ha quantificat el total dels

Tipus de via	km mostreig	km totals
Vies principals (Vp)	27	47
V. residencials (Vr)	15,9	44
Vies mixtes (Vrt)	32,4	68,8
Vies turístiques (Vt)	18,7	55,5
Vies de lleure (Vll)	8,7	39
TOTAL	102,7	254,3

Taula 15. Quilometratge mostrejat en relació al total de Menorca per a cada tipus de via.
Table 15. *km sampled in relation to the total Menorca for each type of road.*

animals morts, per grups faunístics i espècies més representatives. D'aquí es dedueix que moren anualment més de 9.000 ocells (la gran majoria dels quals són passeriformes), 2.160 eriçons, 1.355 rosegadors, 1.007 carnívors i 124 rèptils (tortugues de terra i serps) (Taula 18).

Discussió i conclusions

Respecte a la mortalitat que es produeix per atropellament a les carreteres de la península Ibèrica podem trobar distintes referències. Així, per exemple, González-Prieto *et al.* (1993) estudien la mortalitat de vertebrats per atropellament en una carretera nacional N-120, al poc de ser estrenada, entre Orense i Os Peares (Orense, NO península Ibèrica), el tram circula paral·lel i adjacent al riu Millo.

Estudien 17 km prospectats a peu setmanalment durant el primer any d'explotació de la carretera, prenent nota i retirant de la mateixa els animals morts. Es comptabilitzaren 12.192 vertebrats de 83 espècies (10 amfibis, 13 rèptils, 41 aus i 19 mamífers), el que suposa una taxa de mortalitat mitjana de 717 individus/km/any, xifra molt superior a les assenyalades a la bibliografia consultada. Donada la proximitat al riu, els amfibis foren el grup

Campanya	Període de mostreig	Període a què s'extrapola
Hivern	Gener-febrer	Desembre - març (122 dies)
Primavera	Maig-juny	Abril – 15 de juliol (105 dies)
Estiu	Agost	15 de juliol – 1 de setembre (46 dies)
Tardor	Octubre-novembre	Setembre – novembre (92 dies)
TOTAL		365 dies

Taula 16. Nombre de dies a què s'han extrapolat les dades de cada estació.
Table 16. *Number of days that have been extrapolated data from each station.*

	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
Vies principals (Vp)	0,120	0,076	0,805	0,980
Vies residencials (Vr)	0,019	0,022	0,172	0,157
Vies mixtes (Vrt)	0,039	0,029	0,532	0,313
Vies turístiques (Vt)	0,028	0,020	0,437	0,105
Vies de lleure (Vll)	–	0	0,107	–

Taula 17. Taxa de mortalitat (exemplars/ tipus de via).
Table 17. *Mortality rate (specimens / type of road).*

	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor	Total
Ocells	648	218	2.684	5.598	9.149
Micromamífers	233	116	906	100	1.355
Eriçons	311	334	765	750	2.160
Carnívors	52	41	184	730	1.007
Lagomorfs	52	34	11	10	107
Quiròpters	0	0	11	0	11
Mamífers irrec.	0	14	103	60	177
Rèptils	0	41	43	40	124
Amfibis	0	0	11	20	31
Irreconeixible	13	7	363	80	463
TOTAL	1.309	805	5.081	7.388	14.583

Taula 18. Estimació dels individus atropellats anualment, per grups.
Table 18. *Estimation of annually killroad specimens by groups.*

més afectat, amb el 89,2% del total d'individus morts, seguit dels rèptils (5,0%), de les aus (3,1%) i dels mamífers (2,7%). Les espècies atropellades amb major freqüència foren: *Triturus boscai* (60,1 % del total de vertebrats), *Bufo bufo* (10,0%), *Bufo calamita* (6,1%), *Alytes obstetricans* (6,1%), *Podarcis hispanica* (3,5%), *Salamandra salamandra* (3,1%), *Triturus marmoratus* (2,0%), *Discoglossus pictus* (1,7%) i *Apodemus* spp. (1,1%).

Del treball de camp i les estimacions que s'han fet es pot estimar que a les carreteres de Menorca moren anualment 14.583 vertebrats víctimes d'atropellaments, la majoria dels quals són espècies d'ocells Passeriformes (més de 6.500) i eriçons (2.160); les referències sobre mortalitats d'eriçons degudes a atropellaments solen referir-se a carreteres de poca circulació (Garnica i Robles, 1986). La troballa d'eriçons morts és un fet comú en les carreteres durant primavera i estiu (Weatcher, 1979). Hainard (1971) indica que els atropellaments són la causa major de mortalitat per als eriçons.

En un estudi sobre la viabilitat de les poblacions d'eriçons als Països Baixos, Bergers i Nieuwenhuizen (1999) assenyalaren com a primer factor limitant la mida i la qualitat de les taques d'hàbitats disponibles, i en segon lloc la presència de carreteres. Al Centre de Recuperació de Fauna de Collserola l'eriçó europeu (*Atelerix europaeus*) fou el mamífer del qual s'enregistraren més incidències d'atropellament, un 22% d'un total de 556 casos després de 15 anys de seguiment (Tenés *et al.,* 2007).

Entre els Passeriformes, els més afectats són principalment busquerets i rupits. Cal comentar que el temps de permanència dels cadàvers a la carretera és baix. Normalment rapinyaires, gavines i altres carnívors (cans i moixos) que transiten prop de la carretera se'n poden alimentar. Altres vertebrats atropellats poden quedar destruïts pel continu pas de vehicles.

Les espècies protegides més afectades pels atropellaments són ocells rapinyaires (xot, xòric i òliba), mamífers carnívors (*Mustela nivalis* i *Martes martes minoricensis*) i les dues espècies de rèptils trobades: tortugues de terra i serp blanca. S'estima que moren uns 270 rapinyaires, la majoria dels quals són xòrics i xots; uns 18 marts i uns 300 mostels i, entre els rèptils, 90 serps i 34 tortugues de terra.

La taxa mitjana de mortalitat (mitjana anual d'exemplars atropellats per quilòmetre i dia) és molt variable: des de 0,805 ex/km/dia (tram 4, carretera general) a 0,034 (tram 19, Camí de Tramuntana). El valor mitjà és 0,233 ex/km/dia

La mortalitat de fauna és especialment elevada a l'estiu i a la tardor, quan l'increment de l'activitat biològica coincideix amb un increment del nombre de vehicles que circulen per la xarxa viària menorquina. De l'hivern a l'estiu la taxa de mortalitat es multiplica gairebé per 10: passa de 0,051 ex/km/dia (mitjana de tots els trams, a l'hivern) a 0,471 ex/km/dia (mitjana de l'estiu)

A l'estiu, el tram de més sinistralitat és el tram 4, de la carretera general, en què la taxa de mortalitat és superior a 1 animal per quilòmetre i dia.

Al llarg de la carretera general, incrementa la mortalitat de fauna des de Ciutadella cap a Maó, d'acord amb el nombre de vehicles que circulen per cada tram. La diferència més notable es manté entre Alaior i Maó, que sempre és el tram de més mortalitat (tram 4). La IMD és determinant: quan se superen els 10.000 vehicles diaris, la carretera esdevé una autèntica barrera per als animals; pràcticament cap aconsegueix creuar-la. Això ocorre, almenys, en els trams 3 i 4 de la carretera general. Els trams de més sinistralitat, al cap de l'any, són de la carretera general (tram4, principalment), i el tram 8 (des Mercadal a Fornells). Per grups faunístics, els trams on hi ha més atropellaments són: 4, 3 i 10 (ocells); 8, 4 i 2 (mamífers) i 10, 16 i 18 per a rèptils

A banda de la IMD, hi ha altres factors que són determinants per a la mortalitat de fauna: l'estructura de la carretera (amplada, traçat) i l'ús que se'n fa, que respon al model de mobilitat dels turistes que fan ús de les vies

No es té constància que les obres de drenatge que hi ha a les carreteres estiguin en condicions per ser utilitzades com a passos de fauna.

Bibliografia

Álvarez, G. 2003. Efectos de las infraestructuras lineales de transporte. *Ecologista*, 37: 56-59.

Arroyave, M. P., Gómez, C., Gutiérrez, M.E., Múnera, D.P., Zapata, P.A., Vergara, I.C., Andrade, L.M. i Ramos, K.C. 2006. Impactos de las carretereas sobre la fauna

silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista de la Escuela de Ingeniería de Antioquia (Medellín, Colombia),* 5: 45-57.

Bergers, P. i Nieuwenhuizen, W. 1999. Viability of hedgehog populations in central Netherlands. *Lutra,* 42: 65-76.

Birkan, M., Avignon, T., Reitz, F. i Vignon, V. 1994. Influence d'un autoroute sur les succès reproducteur de la Perdrix grise (*Perdix perdix*) en plaine de Grande Culture. Gibier Faune Sauvage, Game Wild, 11: 207-218.

Bourquin, J. D., 1983. Mortalité des rapaces le long de l'amoroute Geneve-Lausanne. *Nos Oiseaux*, 37: 149-169.

Carretero, M.A. i Rosell, C. 2000. Incidencia del atropello de anfibios, reptiles y otros vertebrados en un tramo de la carretera de construcción reciente. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.,* 11: 39-43.

Comas, E., Roig, F. X., Gañán, M., Vila, A. i Cots, R. Estimació de la taxa de mortalitat de fauna a les carreteres de Menorca. *In:* Pons, G.X. (edit.) *IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*, Soc. Hist. Nat. Balears, 114-116.

Costas, R. 1991. Estudio de la mortalidad de aves en varias carreteras del suroeste de Galicia durante primavera y verano. Actas do Primeiro Congreso Galego de Ornitoloxía, pp. 219-230, Ed. Servicio de Publicaciones. Universidad de Santiago de Compostela.

Cupul, F. 2002. *Víctimas de la carretera: fauna apachurrada*. Gaceta CUC. Departamento de Ciencias. Centro Universitario de la Costa. México.

Erickson, W.P., Jonson, G.D. i Young, D.P. 2005. *A Summary and Comparison of Bird Mortality from Antropogenic Causes with an Emphasis on Collicions*. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191.

Forman, R.T. i Alexander, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 207-231.

Garnica, R. i Robles, L. 1986. Seguimiento de la mortalidad de erizos, *Erinaceus europaeus*, producida por vehículos en una carretera de poca circulación. *Misc. Zool.,* 10: 406-408.

Gómez González, R. 1987. Encuesta sobre vertebrados muertos en las carreteras asturianas. *Asturnatura*, 6: 30-31.

González-Prieto, S., Villarino, A. i Freán, M.M. 1993. Mortalidad de Vertebrados por atropello en una carretera nacional del NO de España. *Ecología*, 7: 375-389.

Hainard, R. 1971. *Mammifères sauvages d'Europe I: Insectivores, Chéiropteres, Carnivores.* Ed. Delachaux. Neuchatel.

Hansen, L. 1969. Trafikdøden i den danske dyreverden. Dansk. Foren. Tidsskrift, 63: 81-92.

Jacobson, S.L. 2005. Mitigation Mesures for Highway-caused Impacts to Birds. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-191.

Muntaner, J. 2004. *Bufo viridis* (Laurenti, 1768). Sapo verde. Pp. 110-113. *In:* Pleguezuelos, J. M., Márquez, R., Lizana, M. (Eds.). Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. Tercera impresión. Dirección General de Conservación de la Naturaleza , Asociación Herpetológica Española, Madrid. 587 pp

Noss, R. 2002 The ecological effects of roads. http://www.eco-action.org/dt/roads.html

Quadreui, G. 1984. Il traffico stradale come causa di morre per gli uccelli in un'area della pianuea padana. *Riv. Ital. Om*., 54: 77-80.

Roig, F. X., Comas, E., Vila, A. i Gañán, M. 2004. Estimació de les espècies més directament afectades per la circulació rodada a l'illa de Menorca. *In*: Pons, G.X. (edit.) IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears, Soc. Hist. Nat. Balears, 112-113.

Rosell, C. i Álvarez, G. 2003. La fragmentación del hábitat en relación con las infraestructuras de transporte en España. Informe nacional Acción COST 341. Comisión Europea-DGCN-U. Barcelona.

Saint Girons, M. E. 1981. Notes sur les mammifères de France, XV. Les pipistrelles et la circulation routiere. *Mammalia*, 45: 131.

Tenés A., Cahill S., Llimona F. i Molina G. 2007. Atropellos de mamíferos y tráfico en la red viaria de un espacio natural en el Área Metropolitana de Barcelona: quince años de

seguimiento en el Parque de Collserola. *Galemys*, 19 (NE): 169-188.

U.S. Fisch and Wildlife Service 2002. Migratory bird mortality: Many human-caused threats afflict our bird populations. Brochure. Arlington, Division of Migratory Bird Management, Fish and Wildlife Service.

Vignes, J.E. 1984. Les oiseaux victimes de la circulation routiere au Pays Basque français. *L'Oiseau et RFO*, 54: 137-148.

Waetcher, A. 1979. Mortalité animale sur une route a grande circulation. *Mammalia,* 43(4): 577-579.